

13. 4. 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

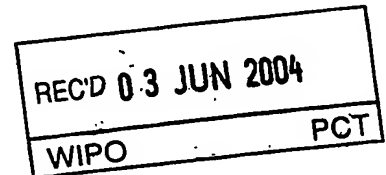
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月18日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-114616  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-114616]

出願人 大見 忠弘  
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

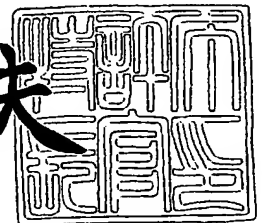
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP030030

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

    【住所又は居所】 仙台市青葉区米ヶ袋 2 丁目 1 番 1 7 号 3 0 1

    【氏名】 大見 忠弘

【発明者】

    【住所又は居所】 仙台市宮城野区平成 1 - 1 - 2 2 - K 6

    【氏名】 寺本 章伸

【特許出願人】

    【住所又は居所】 仙台市青葉区米ヶ袋 2 丁目 1 番 1 7 号 3 0 1

    【氏名又は名称】 大見 忠弘

【特許出願人】

    【識別番号】 000219967

    【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100098143

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 飯塚 雄二

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 058171

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法および製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

S i C からなる半導体基板と；

前記半導体基板上に形成された絶縁膜とを備え、

前記絶縁膜はプラズマ処理によって形成され、少なくとも一部に希ガスを含有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記絶縁膜は、ゲート絶縁膜を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記絶縁膜は、希ガスとしてクリプトン（K r）、アルゴン（A r）、キセノン（X e）の少なくとも何れか 1 つを含有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであることを特徴とする請求項 1， 2 又は 3 に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記半導体基板を形成する S i C が単結晶であることを特徴とする請求項 1， 2， 3 又は 4 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記絶縁膜は、基板温度が 6 0 0 ℃以下のプラズマ処理によって形成されることを特徴とする請求項 1， 2， 3， 4 又は 5 に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記絶縁膜は、マイクロ波励起によるプラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化によって形成されることを特徴とする請求項 1， 2， 3， 4， 5 又は 6 に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記絶縁膜は、マイクロ波励起のプラズマ C V D によって形成される酸化膜、窒化膜、又は酸窒化膜を少なくとも 1 つ含むことを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記絶縁膜は、マイクロ波励起によるプラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化に続いて、マイクロ波励起のプラズマ C V D によって形成される酸化膜、窒化膜、又は酸窒化膜を少なくとも 1 つ含むことを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 に記載の半導体装置。

【請求項 1 0】

単結晶の S i C からなる半導体基板と；

前記半導体基板上に形成されたゲート絶縁膜を含む絶縁膜とを備え、

前記絶縁膜はプラズマ処理によって形成され、

前記絶縁膜は、希ガスとしてクリプトン (K r)、アルゴン (A r)、キセノン (X e) の少なくとも何れか 1 つを含有し、

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであり、

前記絶縁膜は、基板温度が 6 0 0 ℃ 以下の条件下で、マイクロ波励起のプラズマによる直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化によって形成されることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 1】

単結晶の S i C からなる半導体基板と；

前記半導体基板上に形成されたゲート絶縁膜を含む絶縁膜とを備え、

前記絶縁膜はプラズマ処理によって形成され、

前記絶縁膜は、希ガスとしてクリプトン (K r)、アルゴン (A r)、キセノン (X e) の少なくとも何れか 1 つを含有し、

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであり、

前記絶縁膜は、基板温度が 6 0 0 ℃ 以下の条件下で、マイクロ波励起のプラズマ C V D による酸化、窒化、又は酸窒化によって形成されることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 2】

単結晶の SiC からなる半導体基板と；

前記半導体基板上に形成されたゲート絶縁膜を含む絶縁膜とを備え、

前記絶縁膜はプラズマ処理によって形成され、

前記絶縁膜は、希ガスとしてクリプトン (Kr)、アルゴン (Ar)、キセノン (Xe) の少なくとも何れか 1 つを含有し、

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであり、

前記絶縁膜は、基板温度が 600℃ 以下の条件下で、マイクロ波励起によるプラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化に続いて、マイクロ波励起のプラズマ CVD による酸化、窒化、又は酸窒化によって形成されることを特徴とする半導体装置。

【請求項 13】

SiC からなる半導体基板上にプラズマ処理によって絶縁膜を形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 14】

前記絶縁膜は、ゲート絶縁膜を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の製造方法。

【請求項 15】

前記絶縁膜を形成する際に、希ガスとしてクリプトン (Kr)、アルゴン (Ar)、キセノン (Xe) の少なくとも何れか 1 つを使用することを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載の製造方法。

【請求項 16】

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであることを特徴とする請求項 13、14 又は 15 に記載の製造方法。

【請求項 17】

前記半導体基板を形成する SiC が単結晶であることを特徴とする請求項 13、14、15 又は 16 に記載の製造方法。

【請求項 18】

基板温度が 600℃ 以下のプラズマ処理によって前記絶縁膜を形成することを特徴とする請求項 13、14、15、16 又は 17 に記載の製造方法。

**【請求項 19】**

前記絶縁膜は、マイクロ波励起によるプラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化によって形成されることを特徴とする請求項 13, 14, 15, 16, 17 又は 18 に記載の製造方法。

**【請求項 20】**

前記絶縁膜は、マイクロ波励起のプラズマ CVD によって形成される酸化膜、窒化膜、又は酸窒化膜であることを特徴とする請求項 13, 14, 15, 16, 17 又は 18 に記載の製造方法。

**【請求項 21】**

前記絶縁膜は、マイクロ波励起によるプラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化に続いて、マイクロ波励起のプラズマ CVD によって形成される酸化膜、窒化膜、又は酸窒化膜であることを特徴とする請求項 13, 14, 15, 16, 17 又は 18 に記載の製造方法。

**【請求項 22】**

単結晶の SiC からなる半導体基板上に、プラズマ処理によってゲート絶縁膜を含む絶縁膜を形成する方法であり、

前記絶縁膜を形成する際に、希ガスとしてクリプトン (Kr)、アルゴン (Ar)、キセノン (Xe) の少なくとも何れか 1 つを使用し、

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであり、

前記絶縁膜は、基板温度が 600℃ 以下の条件下で、マイクロ波励起のプラズマによる直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化によって形成されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

**【請求項 23】**

単結晶の SiC からなる半導体基板上に、プラズマ処理によってゲート絶縁膜を含む絶縁膜を形成する方法であり、

前記絶縁膜を形成する際に、希ガスとしてクリプトン (Kr)、アルゴン (Ar)、キセノン (Xe) の少なくとも何れか 1 つを使用し、

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであり、

前記絶縁膜は、基板温度が 600℃ 以下の条件下で、マイクロ波励起のプラズ

マCVDによる酸化、窒化、又は酸窒化によって形成されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 24】

単結晶のSiCからなる半導体基板上に、プラズマ処理によってゲート絶縁膜を含む絶縁膜を形成する方法であり、

前記絶縁膜を形成する際に、希ガスとしてクリプトン(Kr)、アルゴン(Ar)、キセノン(Xe)の少なくとも何れか1つを使用し、

前記絶縁膜の少なくとも一部が、酸化膜、酸窒化膜、窒化膜の何れかであり、

前記絶縁膜は、基板温度が600℃以下の条件下で、マイクロ波励起によるプラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化に続いて、マイクロ波励起のプラズマCVDによる酸化、窒化、又は酸窒化によって形成されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板上に絶縁膜を形成する方法及び製造されたデバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、半導体デバイスを形成する基板としては、Si(シリコン)が用いられる。また、シリコンに比べて約10倍の耐圧を有するSiCがパワーデバイス等に有効と考えられている。WO97/39476には、高パワーデバイス・高温デバイス・耐環境性デバイスなどの半導体素子に応用可能なSiC素子及びその製造方法について開示されている。

【0003】

【特許文献】 国際公開 WO97/39476

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、SiCは六方晶であり、シリコンの(100)面に相当する面

は存在せず、従来の熱処理による方法で絶縁膜を形成した場合、界面準位が著しく増大し、デバイス特性を劣化させてしまう。

#### 【0005】

本発明は、上記のような状況に鑑みてなされたものであり、あらゆる面方位に良好な絶縁膜形成が可能な方法を提供することを目的とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様に係る半導体装置は、SiCからなる半導体基板と；

前記半導体基板上に形成された絶縁膜とを備える。そして、前記絶縁膜をプラズマ処理によって形成し、少なくとも一部に希ガスを含有させる。

#### 【0007】

本発明によれば、あらゆる面方位に良好な絶縁膜形成が可能となる。その結果、界面準位の増大を抑制でき、優れたデバイス特性を有する半導体装置の製造が可能となる。本発明の半導体装置は、高い耐圧が要求されるパワーデバイスに特に適しており、デバイスの特性を劣化させることなく、絶縁膜の膜厚を約3000 Åとすることが可能となる。

#### 【0008】

好ましくは、前記希ガスとして、クリプトン (Kr)、アルゴン (Ar)、キセノン (Xe) の少なくとも何れか1つを含有する。特に、酸素ガスとクリプトン (Kr) の組み合わせが好ましい。これは、成膜中の酸素ラジカルとクリプトン (Kr) が形成された酸化膜中に残り、絶縁膜としての特性（絶縁特性、界面特性）が向上するためである。ちなみに、熱酸化手法による場合には酸化膜中にクリプトン (Kr) は残らない。

#### 【0009】

前記絶縁膜の形成は、マイクロ波励起によるプラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化によって形成することができる。または、マイクロ波励起のプラズマCVDによる酸化、窒化、又は酸窒化によって形成することができる。あるいは、直接酸化（窒化、酸窒化）の後にCVDによる酸化膜（窒化膜、酸窒化膜）形成を行った場合には、絶縁膜としての膜厚を容易に増加させることが出来る



## 【0010】

本発明の第2の態様に係る半導体装置の製造方法においては、SiCからなる半導体基板上にプラズマ処理によって絶縁膜を形成する。

## 【0011】

## 【発明の実施の形態】

図1は、本発明に用いられるプラズマ処理装置10の概略構成の例を示す。プラズマ処理装置10は、被処理基板としてのSiCウエハWを保持する基板保持台12が備えられた処理容器11を有する。処理容器11内の気体（ガス）は排気ポート11Aおよび11Bから図示されない排気ポンプを介して排気される。なお、基板保持台12は、SiCウエハWを加熱するヒータ機能を有している。基板保持台12の周囲には、アルミニウムからなるガスバッフル板（仕切り板）26が配置されている。ガスバッフル板26の上面には石英カバー28が設けられている。

## 【0012】

処理容器11の装置上方には、基板保持台12上のSiCウエハWに対応して開口部が設けられている。この開口部は、石英やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる誘電体板13により塞がれている。誘電体板13の上部（処理容器11の外側）には、平面アンテナ14が配置されている。この平面アンテナ14には、導波管から供給された電磁波が透過するための複数のスロットが形成されている。平面アンテナ14の更に上部（外側）には、波長短縮板15と導波管18が配置されている。波長短縮板15の上部を覆うように、冷却プレート16が処理容器11の外側に配置されている。冷却プレート16の内部には、冷媒が流れる冷媒路16aが設けられている。

## 【0013】

処理容器11の内部側壁には、プラズマ処理の際にガスを導入するためのガス供給口22が設けられている。このガス供給口22は、導入されるガス毎に設けられていても良い。この場合、図示されないフローコントローラが流量調整手段として供給口ごとに設けられている。一方、導入されるガスが予め混合されて送

られ、供給口 22 は一つのノズルとなっても良い。この場合も図示されないが、導入されるガスの流量調整は、混合段階に流量調整弁などで為される。また、処理容器 11 の内壁の内側には、容器全体を囲むように冷媒流路 24 が形成されている。

#### 【0014】

本発明に用いられるプラズマ基板処理装置 10 には、プラズマを励起するための数ギガヘルツの電磁波を発生する図示されない電磁波発生器が備えられている。この電磁波発生器で発生したマイクロ波が、導波管 15 を伝播し処理容器 11 に導入される。

#### 【0015】

上記のような構造のプラズマ処理装置 10 を用いて、ゲート絶縁膜（酸化膜）を SiC 基板上に形成する際には、まず、SiC ウエハ W を処理容器 11 内に導入し、基板保持台 12 上にセットする。その後、排気ポート 11A, 11B を介して処理容器 11 内部の空気の排気が行われ、処理容器 11 の内部が所定の処理圧に設定される。次に、ガス供給口 22 から、不活性ガスと酸素ガス及び／又は窒素ガスとが供給される。不活性ガスとしては、クリプトン (Kr)、アルゴン (Ar)、キセノン (Xe) の少なくとも 1 つを使用する。

#### 【0016】

特に、酸素ガスとクリプトン (Kr) の組み合わせが好ましい。これは、成膜中の酸素ラジカルとクリプトン (Kr) が形成された酸化膜中に残り、絶縁膜としての特性（絶縁特性、界面特性）が向上するためである。ちなみに、熱酸化手法による場合には酸化膜中にクリプトン (Kr) は残らない。

#### 【0017】

一方、電磁波発生器で発生された数 GHz の周波数のマイクロ波は、導波管 15 を通って処理容器 11 に供給される。平面アンテナ 14、誘電体板 13 を介して、このマイクロ波が処理容器 11 中に導入される。マイクロ波によりプラズマが励起され、ラジカルが生成される。プラズマ処理時の SiC ウエハ温度は 600℃ 以下である。処理容器 11 内でのマイクロ波励起によって生成された高密度プラズマは、SiC ウエハ W 上に酸化膜等の絶縁膜を形成させる。

## 【0018】

絶縁膜の種類としては、酸化膜、窒化膜、酸窒化膜等を使用することができる。上記の例では、SiCウエハW上に絶縁膜をプラズマ（ラジカル）によって直接形成しているが、CVD法によって形成することも可能である。あるいは、プラズマの直接酸化、直接窒化、又は直接酸窒化に続いて、プラズマCVDによる酸化膜、窒化膜、又は酸窒化膜形成を行うこともこともできる。これにより、絶縁膜の厚みの調整が容易となる。本発明の半導体装置は、高い耐圧が要求されるパワーデバイスに特に適しており、絶縁膜の膜厚は約3000Åとすることができる。

## 【0019】

上記のように製造された半導体装置は、あらゆる面方位に良好な絶縁膜を備え、界面準位の増大を抑制でき、優れたデバイス特性を有するものとなる。

## 【0020】

以上、本発明の実施の形態例及び実施例について幾つかの例に基づいて説明したが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではなく、特許請求の範囲に示された技術的思想の範疇において変更可能なものである。

## 【0021】

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

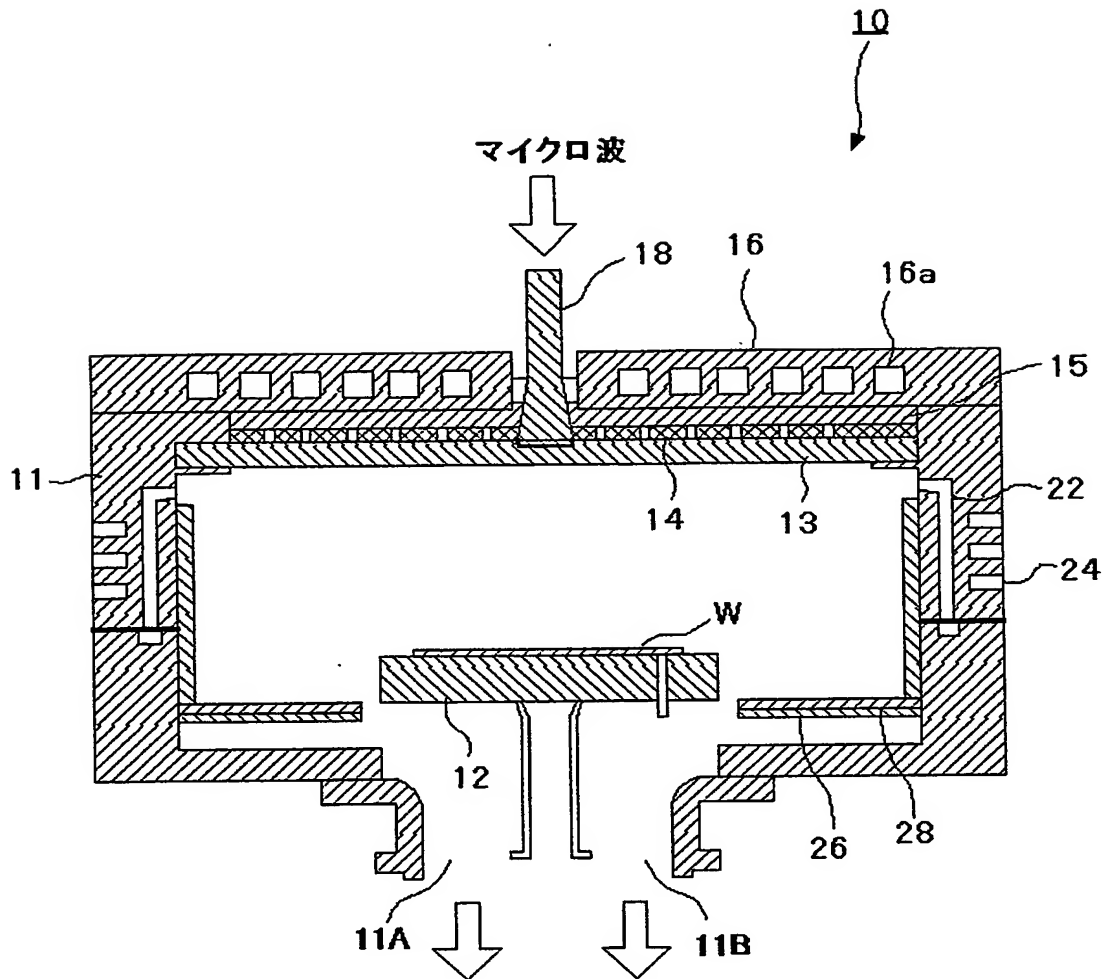
図1は、本発明に係るプラズマ処理装置の構成の一例を示す概略図（断面図）である。

## 【符号の説明】

- 10 プラズマ処理装置
- 11 プラズマ処理容器
- 18 導波管
- 22 ガス供給口

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、あらゆる面方位に良好な絶縁膜形成が可能な方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明に係る半導体装置は、基板としてSiCを採用するとともに、プラズマ処理によって絶縁膜を形成している。このとき、絶縁膜中に希ガスを含有させる。好ましくは、希ガスとして、クリプトン(Kr)、アルゴン(Ar)、キセノン(Xe)の少なくとも何れか1つを含有する。特に、酸素ガスとクリプトン(Kr)の組み合わせが好ましい。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 4 6 1 6
受付番号	5 0 3 0 0 6 4 9 6 5 3
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 4月18日
-------	-------------

次頁無

特願 2003-114616

出願人履歴情報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日

2003年 4月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 1 4 6 1 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 0 5 0 4 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2 - 1 - 1 7 - 3 0 1

氏 名

大見 忠弘